



In the United States Patent and Trademark Office

Applicants: A. Grossmann et al

Attorney Docket: R 303395

Patent Application  
Serial No: 10/622,156

Filed: July 18, 2003

For: Method and Arrangement  
for Determining an Impact-Free  
Extremal Actuating Position of  
an Actuating Member of an  
Internal Combustion Engine

Transmittal of Certified Copy

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Dear Sir:

Attached please find the certified copy of the German  
application from which priority is claimed for this application.

Country: Germany  
Application Number: 102 32 876.5  
Filing Date: July 19, 2002

Respectfully submitted,

Walter Ottesen  
Reg. No. 25,544

Walter Ottesen  
Patent Attorney  
P.O. Box 4026  
Gaithersburg, Maryland 20885-4026

Phone: (301) 869-8950

Date: August 25, 2003



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 32 876.5

**Anmeldetag:** 19. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:** Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zum Ermitteln einer an-  
schlagsfreien extremalen Stellposition eines Stell-  
gliedes einer Brennkraftmaschine

**IPC:** F 02 D 45/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-  
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. April 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident

Im Auftrag

Hoß

03.07.02 St/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren und Vorrichtung zum Ermitteln einer anschlagsfreien extremalen Stellposition eines Stellgliedes einer Brennkraftmaschine



Stand der Technik

15 Die Erfindung geht von einem Verfahren und von einer Vorrichtung zum Ermitteln einer anschlagsfreien extremalen Stellposition eines Stellgliedes einer Brennkraftmaschine nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche aus.

20 Die Verwendung von elektrisch angesteuerten Drosselklappen als Teil eines E-GAS-Systems ist bereits bekannt. Üblicherweise werden Konstruktionen verwendet, bei denen gemäß Figur 5a) an einem unteren mechanischen Anschlag eine Position der Drosselklappe mit minimaler Leckluft erreicht wird. Die Drosselklappe ist in Figur 5a) mit dem Bezugszeichen 1 gekennzeichnet. Figur 5c) zeigt eine typische Stellung der Drosselklappe 1 im Fahrbetrieb, wobei ein oberer mechanischer Anschlag in der Nähe des maximal möglichen Luftdurchsatzes liegt. Um ein Notfahren bei Ausfall des E-GAS-Systems zu gewährleisten, gibt es in der Regel noch eine Ruheposition knapp über dem unteren mechanischen Anschlag, die sogenannte Notluftposition der Drosselklappe 1, wie in Figur 5b) dargestellt.



30 Es gibt auch Systeme mit einer sogenannten durchtauchenden Drosselklappe gemäß den Figuren 4a), 4b) und 4c). Hier kann die Notluftposition am unteren mechanischen Anschlag gemäß Figur 4a) oder auf der dem unteren mechanischen Anschlag gegenüberliegenden Seite liegen, wie in Figur 4a) gestrichelt dargestellt ist. Der minimale Luftdurchsatz ergibt sich bei einer senkrechten Position der Drosselklappe 1 gemäß Figur 4b). Figur 4c) zeigt wiederum eine typische Stellung der Drosselklappe 1 im Fahrbetrieb,

35

wobei der obere mechanische Anschlag in der Nähe des maximal möglichen Luftdurchsatzes liegt. Ein solches System mit durchtauchender Drosselklappe 1 hat einige Vorteile. Zum einen ergibt sich eine einfachere mechanische Konstruktion des Rückstellmechanismus und zum zweiten hat die sich bei der Regelung der Stellung der Drosselklappe 1 ergebende Regelstrecke je nach Lage der Notluftposition keinen Wendepunkt an der Notluftposition und ist deshalb einfacher zu beherrschen. Eine solche Notluftposition ohne Wendepunkt ist in Figur 4a) die dem unteren mechanischen Anschlag gegenüber liegende gestrichelt dargestellte Notluftposition. Zum Dritten lässt sich eine flacher ansteigende Kennlinie für den Luftdurchsatz erzielen, die in jedem Fall das Erreichen der notwendigen Präzision bei der Verstellung der Drosselklappe 1 für die Leerlaufregelung der Brennkraftmaschine erleichtert.

Problematisch bei der durchtauchenden Drosselklappe ist allerdings, dass die Stellung der Drosselklappe 1 mit minimaler Leckluft, d.h. mit minimalem Luftdurchsatz dem E-GAS-System bekannt sein muss, um eine Leerlaufregelung mit sehr kleinen Luftmassenströmen zu ermöglichen. Bei einer konventionellen Drosselklappe gemäß Figur 5a) bis c) kann die Stellung der Drosselklappe 1 mit minimaler Leckluft einfach gelernt werden, da zu diesem Zweck einfach der untere mechanische Anschlag angefahren werden kann und die Rücklesewerte eines in den Figuren nicht dargestellten Sensors für die Stellung der Drosselklappe 1 dann in einem Steuergerät abgespeichert werden können.

Bei der durchtauchenden Drosselklappe kann auf diese Weise nur der untere mechanische Anschlag gelernt werden, der jedoch im normalen Fahrbetrieb keine Rolle spielt. Die Stellung der Drosselklappe 1 mit minimaler Leckluft muss jetzt entweder in Bezug auf den oder die mechanischen Anschläge oder absolut als Rückleespannung des Sensors für die Stellung der Drosselklappe 1 sehr genau bekannt sein um sicher zu stellen, dass einerseits Stellungen der Drosselklappe 1 mit sehr geringer Leckluft angefahren werden können und andererseits vermieden wird, auf den in Schließrichtung der Drosselklappe, also in Richtung des unteren mechanischen Anschlags wieder ansteigenden Teil des Luftmassenstroms zu kommen. Der Luftmassenstrom über dem Drosselklappenwinkel ist beispielhaft in Figur 3 dargestellt, wobei erkennbar ist, dass in Richtung des unteren mechanischen Anschlages im Bereich negativer Winkel der Drosselklappe 1 der Luftmassenstrom wieder ansteigt. Dabei ist der Luftmassenstrom in kg/h über dem Winkel der Drosselklappe aufgetragen. Weiterhin muss gewährleistet sein, dass diese

Position mit minimaler Leckluft sich auch über die Lebensdauer der Brennkraftmaschine nur sehr wenig verändert, was hohe Anforderungen an Mechanik, Rücklese- und Fertigungstoleranzen stellt.

5 Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche haben demgegenüber den Vorteil, dass in einem von der Stellposition weitgehend unabhängigen Betriebszustand der Brennkraftmaschine für verschiedene Stellpositionen in einem Bereich, in dem für die Stellgröße der Extremwert vermutet wird, mittels eines Sensors jeweils die Stellgröße gemessen wird und diejenige Stellposition als extremale Stellposition ermittelt wird, bei der die gemessene Stellgröße einen Extremwert aufweist. Auf diese Weise lässt sich beim Betrieb der Brennkraftmaschine die Position bzw. die Stellposition des Stellgliedes mit extremer Stellgröße, beispielsweise mit minimaler Leckluft, unabhängig von der Position eines mechanischen Anschlages für das Stellglied ermitteln. Bei wiederholter Ermittlung der Stellposition des Stellgliedes mit extremer Stellgröße lassen sich auch Änderungen während der Lebensdauer der Brennkraftmaschine erfassen, so dass die Anforderungen an Mechanik, Rücklese- und Fertigungstoleranzen geringer sein können. Damit wird eine Erhöhung der Toleranzen im System mit dem Stellglied möglich, denn das Gesamtsystem wird robuster.

Durch das Absenken der Anforderung an das Stellglied können auch Kosten gespart werden oder eine erhöhte Zuverlässigkeit bzw. Robustheit, insbesondere über die Lebensdauer der Brennkraftmaschine erzielt werden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn als Betriebszustand ein Schubbetrieb ausgewählt wird. Im Schubbetrieb benötigt die Brennkraftmaschine keine Luft, da sie ohnehin nur geschleppt wird. Deshalb ist es möglich, hier ein als Drosselklappe oder Abgasrückführventil ausgebildetes Stellglied zu verstellen, um die Kennlinie des

Luftmassenstroms der genannten Stellglieder zu vermessen und den Extremwert der Kennlinie zu bestimmen.

5 Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass als Betriebszustand ein Leerlaufbetrieb ausgewählt wird. Auf diese Weise steht ebenfalls ein Betriebszustand der Brennkraftmaschine zur Verfügung, in dem die Brennkraftmaschine nur wenig Luft benötigt und deshalb ein als Drosselklappe oder Abgasrückführventil ausgebildetes Stellglied verstellt werden kann, um die Kennlinie des Luftmassenstroms zu vermessen und das Minimum dieser Kennlinie zu bestimmen.

10

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass der Messvorgang abgebrochen wird, wenn die Leerlaufdrehzahl einen vorgegebenen Wert unterschreitet und dass der zuletzt ermittelte Messwert für die Stellgröße als Extremwert interpretiert wird. Auf diese Weise ergibt sich eine Abschätzung für den Extremwert der Stellgröße und damit die zugehörige Stellposition des Stellgliedes, die bei geeigneter Wahl des vorgegebenen Wertes so wie so notwendig ist, um den Betrieb der Brennkraftmaschine aufrecht zu erhalten.

15

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass ein Abgasrückführventil geöffnet wird, wenn ein Saugrohrdruck der Brennkraftmaschine während des Messvorgangs einen vorgegebenen kritischen Wert, insbesondere für eine vorgegebene Zeit, unterschreitet.

20

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass als Stellgröße eine Luftmenge oder ein Druck, insbesondere im Saugrohr der Brennkraftmaschine, verwendet wird. Auf diese Weise können zur Messung der Stellgröße so wie so vorhandene Sensoren in der Luftzuführung der Brennkraftmaschine verwendet werden, so dass kein zusätzlicher Aufwand und keine zusätzlichen Kosten erforderlich sind.

25

Zeichnung

30

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen

35

- Figur 1 ein Blockschaltbild einer Brennkraftmaschine mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Figur 2 einen Ablaufplan zur Verdeutlichung des erfindungsgemäßen Verfahrens,
- 5 Figur 3 eine Kennlinie des Luftmassenstroms über dem Winkel einer Drosselklappe,
- Figur 4a) eine Stellung einer durchtauchenden Drosselklappe an einem unteren mechanischen Anschlag bzw. in einer Notluftposition,
- Figur 4b) eine Stellung der durchtauchenden Drosselklappe bei einem minimalen  
10 Luftdurchsatz,
- Figur 4c) eine Stellung der durchtauchenden Drosselklappe im Fahrbetrieb der Brennkraftmaschine,
- Figur 5a) einen unteren mechanischen Anschlag einer nicht durchtauchenden konventionellen Drosselklappe,
- 15 Figur 5b) eine Notluftposition der konventionellen Drosselklappe und  
Figur 5c) eine typische Stellung der nicht durchtauchenden, konventionellen Drosselklappe im Fahrbetrieb der Brennkraftmaschine.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

20

In Figur 1 kennzeichnet 10 eine Brennkraftmaschine mit einem Verbrennungsmotor 40, dem Luft über ein Saugrohr 25 zugeführt ist. Im Saugrohr 25 ist ein Sensor 15 zur Erfassung des Luftmassenstroms angeordnet, der beispielsweise als Heißfilm-Luftmassenmesser ausgebildet sein kann. Im Folgenden soll beispielhaft angenommen werden, dass es sich beim Sensor 15 um einen solchen Heißfilm-Luftmassenmesser handelt. Der vom Heißfilm-Luftmassenmesser 15 ermittelte Luftmassenstrom im Saugrohr 25 wird einer Steuerung 35, die beispielsweise Teil einer Motorsteuerung der Brennkraftmaschine 10 sein kann, zugeführt. Dem Heißfilm-Luftmassenmesser 15 nachfolgend ist eine von der Steuerung 35 angesteuerte Drosselklappe 1, beispielsweise  
25 eines E-GAS-Systems im Saugrohr 25 angeordnet. Der Drosselklappe 1 nachfolgend ist im Saugrohr 25 ein Saugrohrdrucksensor 20 angeordnet. Zwischen der Drosselklappe 1 und dem Saugrohrdrucksensor 20 mündet in das Saugrohr 25 ein Abgasrückführkanal 45 mit einem von der Steuerung 35 angesteuerten Abgasrückführventil 5. Über den Abgasrückführkanal 45 und das Abgasrückführventil 5 wird dem Saugrohr 25 Restgas  
30 aus einem Abgasstrang 50 des Verbrennungsmotors 40 zugeführt. Die vom

35



Saugrohrdrucksensor 20 ermittelten Werte für den Saugrohrdruck werden ebenfalls der Steuerung 35 zugeführt. Am Verbrennungsmotor 40 ist ein Drehzahlsensor 55 angeordnet, der die Drehzahl des Verbrennungsmotors 40 misst und der Steuerung 35 als Mess-Signal zuführt. Am Verbrennungsmotor 40 ist weiterhin ein Temperatursensor 60 zur Erfassung der Motortemperatur angeordnet, der die Motortemperatur erfasst und als Mess-Signal ebenfalls der Steuerung 35 zuführt.

Erfindungsgemäß geht es nun darum, eine anschlagsfreie extremale Stellposition eines Stellgliedes der Brennkraftmaschine 10 zu ermitteln, bei der eine einzustellende Stellgröße einen Extremwert aufweist. Dabei wird in einem von der Stellposition weitgehend unabhängigen Betriebszustand der Brennkraftmaschine 10 für verschiedene Stellpositionen in einem Bereich, in dem für die Stellgröße der Extremwert vermutet wird, mittels eines Sensors jeweils die Stellgröße gemessen und diejenige Stellposition als extremale Stellposition ermittelt, bei der die gemessene Stellgröße einen Extremwert aufweist.

In dem hier beschriebenen Beispiel kann es sich bei dem Stellglied um die Drosselklappe 1 oder das Abgasrückführventil 5 handeln. Im Falle der Drosselklappe 1 ist die Stellposition der Drosselklappenwinkel und die Stellgröße der Luftmassenstrom, mit anderen Worten der Luftdurchsatz durch die Drosselklappe 1. Bei dem zu ermittelnden Extremwert des Luftmassenstroms handelt es sich in diesem Fall um ein Minimum. Im Falle des Abgasrückführventils 5 handelt es sich bei der Stellposition um den Öffnungsgrad oder Öffnungswinkel des Abgasrückführventils und bei der Stellgröße um den Restgasmassenstrom im Abgasrückführkanal 45. Bei dem zu ermittelnden Extremwert des Restgasmassenstroms kann es sich beispielsweise ebenfalls um ein Minimum handeln.

Im Folgenden soll das erfindungsgemäße Verfahren beispielhaft anhand des als Drosselklappe 1 ausgebildeten Stellgliedes beschrieben werden. Bei der Drosselklappe 1 handelt es sich dabei in diesem Beispiel um eine durchtauchende Drosselklappe. Dabei liegt eine Position der Drosselklappe für den minimalen Luftdurchsatz bzw. den minimalen Luftmassenstrom zwischen dem unteren mechanischen Anschlag und dem oberen mechanischen Anschlag der Drosselklappe. In Figur 3 ist der Luftmassenstrom in kg/h über dem Drosselklappenwinkel in Grad aufgetragen. Der Kurvenverlauf zeigt beim Drosselklappenwinkel von 0° ein Minimum für den Luftmassenstrom. Aufgrund des



Durchtauchens der Drosselklappe ergibt sich für negative Drosselklappenwinkel wieder ein ansteigender Luftmassenstrom bis zu einem Winkel von  $-12^\circ$ . Der Bereich der negativen Drosselklappenwinkel darf während des Normalbetriebs der Brennkraftmaschine 10 nicht angefahren werden. Für den Normalbetrieb der Brennkraftmaschine 10 wird die Stellposition der Drosselklappe 1 im Bereich der positiven Drosselklappenwinkel eingestellt bzw. geregelt, wobei mit zunehmendem Drosselklappenwinkel der Luftmassenstrom ansteigt. Aufgrund von Fertigungstoleranzen oder Alterungserscheinungen kann das Minimum des Luftmassenstroms auch bei einem von Null verschiedenen Drosselklappenwinkel liegen. Erfindungsgemäß soll der Drosselklappenwinkel für das Minimum des Luftmassenstroms möglichst genau ermittelt werden. Dazu werden die Informationen der in der Brennkraftmaschine 10 ohnehin vorhandenen Sensoren für den Saugrohrdruck und/oder die Luftmasse, also der Saugrohrdrucksensor und/oder der Heißfilm-Luftmassenmesser 15 verwendet, um in bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine 10 den Drosselklappenwinkel für den minimalen Luftmassenstrom möglichst genau zu bestimmen. Im Folgenden soll beispielhaft angenommen werden, dass die Brennkraftmaschine 10 ein Fahrzeug antreibt. Im normalen Fahrbetrieb benötigt die Brennkraftmaschine 10 eine bestimmte Luftmenge, um die vom Fahrer gewünschte Leistung erzeugen zu können. Deshalb ist es in einem Betriebszustand der Brennkraftmaschine 10 für den normalen Fahrbetrieb nicht möglich, die Drosselklappenwinkel zu verstellen, um die Luftmassenstromkennlinie gemäß Figur 3 zu vermessen und das Minimum der Luftmassenstromkennlinie zu ermitteln. Es gibt allerdings Fahrsituation bzw. Betriebszustände der Brennkraftmaschine 10, in denen dies prinzipiell möglich ist. So benötigt die Brennkraftmaschine 10 in einem Schubbetrieb keine Luft, da sie ja in einem solchen Betriebszustand ohnehin nur geschleppt wird. Deshalb ist es im Schubbetrieb möglich, die Drosselklappe 1 zuzufahren, um den Drosselklappenwinkel möglichst genau zu ermitteln, bei dem der Luftmassenstrom ein Minimum aufweist. Dazu können die Mess-Signale des Heißfilm-Luftmassenmessers 15 und des Saugrohrdrucksensors 20 in der Steuerung 35 ausgewertet werden. Somit bilden in diesem Beispiel der Heißfilm-Luftmassenmesser 15, der Saugrohrdrucksensor 20 und die Steuerung 35 eine erfindungsgemäße Vorrichtung 30 zur möglichst genauen Ermittlung der anschlagsfreien extremalen Stellposition der Drosselklappe 1, bei der der Luftmassenstrom minimal wird. Kritisch kann sein, dass der Saugrohrdruck der Brennkraftmaschine 10 während des Messvorgangs einen vorgegebenen Wert, insbesondere für eine vorgegebene Zeit oder länger, nicht unterschreiten sollte. Um dies zu ermöglichen, könnte beispielsweise das Abgasrückführventil 5 geöffnet werden, wenn

der Saugrohrdruck der Brennkraftmaschine 10 während des Messvorgangs den vorgegebenen Wert unterschreitet, wobei es optional vorgesehen sein kann, dass das Abgasrückführventil 5 nur dann geöffnet wird, wenn diese Unterschreitung mindestens für die vorgegebene Zeit andauert. Dabei kann die Öffnung des Abgasrückführventils 5 stufenweise um jeweils einen vorgegebenen Inkrementwert erfolgen, wobei nach jeder inkrementalen Vergrößerung der Öffnung des Abgasrückführventils geprüft wird, ob der vorgegebene Wert für den Saugrohrdruck immer noch unterschritten wird. Ist dies der Fall, so erfolgt eine weitere inkrementale Öffnung des Abgasrückführventils 5, andernfalls wird das Abgasrückführventil 5 nicht weiter geöffnet. Auf diese Weise kann gewährleistet werden, dass ein kritischer Saugrohrdruck für den Betrieb der Brennkraftmaschine 10 nicht dauerhaft unterschritten wird.

Der eigentliche Messvorgang nach erkanntem Schubbetrieb der Brennkraftmaschine 10 läuft dann wie folgt ab: die durchtauchende Drosselklappe 1 wird in Schritten von beispielsweise 1 Grad in einem Bereich für den Drosselklappenwinkel verstellt, in dem für den Luftmassenstrom das Minimum vermutet wird. Dies kann beispielsweise der Bereich von -5 Grad Drosselklappenwinkel bis +5 Grad Drosselklappenwinkel sein. Dabei werden für jeden Schritt des Drosselklappenwinkels die Messwerte des Heißfilm-Luftmassenmessers 15 und/oder des Saugrohrdrucksensors 20 gleichzeitig aufgezeichnet. Dies ergibt jeweils eine Messkurve von in diesem Beispiel 11 Messpunkten für den Luftmassenstrom und den Saugrohrdruck. Aus der Messkurve für den Luftmassenstrom wird dann der minimale Messwert für den Luftmassenstrom ermittelt. Der zugehörige Drosselklappenwinkel wird dann in der Steuerung 35 als die Stellposition der Drosselklappe 1 abgespeichert, bei der der Luftmassenstrom ein Minimum aufweist.

Dabei beträgt in diesem Beispiel die Messungenauigkeit gegenüber dem tatsächlichen Minimum des Luftmassenstroms auf Grund der gewählten Schrittweite bei der Ermittlung der Messkurve +/- 1 Grad Drosselklappenwinkel. Ist eine geringere Messtoleranz erforderlich, so kann die Schrittweite entsprechend reduziert werden. Die Messwerte der beiden Messkurven können beispielsweise jeweils durch Mittelung eines pro Messpunkt für eine vorgegebene Zeit aufgezeichneten Messwertverlaufs gebildet werden. Wenn pro Messwert beispielsweise über eine vorgegebene Zeit von 300 ms gemittelt wird, so dauert der oben beschriebene gesamte Messvorgang etwa 3,3 s. Sollte der Fahrer während des Messvorgangs den Schubbetrieb durch eine Leistungsanforderung beenden, so kann der Messvorgang sofort abgebrochen werden. Im beschriebenen Beispiel wurde sowohl eine Messkurve für den Luftmassenstrom als auch für den Saugrohrdruck aufgenommen, um

das Unterschreiten eines kritischen Saugrohrdrucks nicht dauerhaft zuzulassen. Alternativ und besonders für den Fall, dass kein Abgasrückführventil vorgesehen ist, kann es vorgesehen sein, nur die Messkurve für den Luftmassenstrom aufzunehmen.

5 Weiterhin alternativ kann es vorgesehen sein, die Stellposition der Drosselklappe 1 mit dem minimalen Luftmassenstrom indirekt dadurch möglichst genau zu ermitteln, indem lediglich eine Messkurve für den Saugrohrdruck aufgenommen wird. Dabei wird davon ausgegangen, dass bei einem Minimum des Saugrohrdrucks auch ein Minimum des  
10 Luftmassenstroms vorliegt, so dass der Drosselklappenwinkel, bei dem der minimale Saugrohrdruck gemessen wird, als Drosselklappenwinkel für den minimalen Luftmassenstrom ermittelt wird.

In diesem Fall ist eine eigene Messung des Luftmassenstroms nicht erforderlich.

15 Ein anderes Messverfahren könnte im Leerlauf der Brennkraftmaschine 10 beispielsweise durch einen Werkstatt-Tester realisiert werden. Dabei sollte sicher gestellt sein, dass die Brennkraftmaschine 10 warmgefahren und niedrig belastet ist, d.h., dass möglichst keine Nebenaggregate, wie zum Beispiel Klimaanlage, aktiviert sein sollten. Mittels des  
20 Temperatursensors 60 kann dabei festgestellt werden, ob die Brennkraftmaschine 10 warm gefahren ist. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn die vom Temperatursensor 60 ermittelte Temperatur der Brennkraftmaschine 10 einen vorgegebenen Wert überschreitet. Sind die genannten Kriterien erfüllt, so kann im Leerlaufbetrieb der Brennkraftmaschine 10 das beschriebene Messverfahren durchgeführt werden. Dies kann  
25 zwar dazu führen, dass die Brennkraftmaschine 10 während des Messverfahrens die übliche Leerlaufdrehzahl unterschreitet. Wird das Messverfahren jedoch in der Werkstatt durchgeführt, so ist dieses Verhalten unkritisch. Wenn die vom Drehzahlsensor 55 erfasste Drehzahl im Leerlaufbetrieb einen vorgegebenen Wert unterschreitet, so könnte dies auch als Abbruchkriterium für den oben beschriebenen Messvorgang verwendet werden. Falls abgebrochen wird, kann der letzte gemessene Wert für den  
30 Luftmassenstrom bzw. den Saugrohrdruck als Schätzwert für den Drosselklappenwinkel mit dem minimalen Luftmassenstrom verwendet werden, da ja in diesem Fall die verbleibende Leckluftmenge für die Brennkraftmaschine 10 ohnehin gering genug ist.

In Figur 2 ist ein Ablaufplan dargestellt, der den Ablauf des erfindungsgemäßen  
35 Verfahrens nochmals beispielhaft verdeutlicht.

Nach dem Start des Programms, der beispielsweise mit dem Start der Brennkraftmaschine 10 zusammen fallen kann, wird bei einem Programmpunkt 100 von der Steuerung 35 geprüft, ob die Brennkraftmaschine 10 sich in einem Schubetrieb befindet. Ist dies der Fall, so wird zu einem Programmpunkt 105 verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 125 verzweigt. Die Prüfung, ob die Brennkraftmaschine sich in einem Schubetrieb befindet, kann dabei in dem Fachmann bekannter Weise erfolgen und ist nicht Gegenstand dieser Erfindung. Bei Programmpunkt 105 veranlasst die Steuerung 35 beim oben beschriebenen Messvorgang die entsprechende schrittweise Ansteuerung der Drosselklappe 1 und Aufnahme der Messpunkte des Heißfilm-Luftmassenmessers 15 und/oder des Saugrohrdrucksensors 20 in der beschriebenen Weise, gegebenenfalls unter Einbeziehung des Abgasrückführventils 5, um ein zu starkes Absinken des Saugrohrdrucks zu verhindern und durch entsprechendes Öffnen des Abgasrückführventils 5 eine Verbindung über den Abgasrückführkanal 45 zum Abgasstrang 50 und damit zum Umgebungsdruck herzustellen. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 120 verzweigt. Bei Programmpunkt 125 prüft die Steuerung 35, ob sich die Brennkraftmaschine 10 im Leerlaufbetrieb befindet. Ist dies der Fall, so wird zu einem Programmpunkt 130 verzweigt, andernfalls wird zu Programmpunkt 100 zurückverzweigt. Die Prüfung auf Vorliegen des Leerlaufbetriebes erfolgt dabei ebenfalls in dem Fachmann bekannter Weise und ist daher nicht Gegenstand dieser Erfindung. Bei Programmpunkt 130 nimmt die Steuerung 35 in der beschriebenen Weise einen Messwert für den Luftmassenstrom und/oder den Saugrohrdruck bei einer schrittweisen Bestimmung des Drosselklappenwinkels in dem Bereich, in dem für den Luftmassenstrom das Minimum vermutet wird, auf. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 135 verzweigt. Bei Programmpunkt 135 prüft die Steuerung 35, ob die Drehzahl der Brennkraftmaschine 10 den für die Drehzahl vorgegebenen Wert unterschreitet. Ist dies der Fall, so wird zu einem Programmpunkt 140 verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 150 verzweigt. Bei Programmpunkt 150 prüft die Steuerung 35, ob bereits sämtliche Messwerte in dem für das Minimum des Luftmassenstroms vermuteten Bereich der Drosselklappenstellung bzw. des Drosselklappenwinkels ermittelt wurden. Ist dies der Fall, so wird zu Programmpunkt 120 verzweigt, andernfalls wird zu Programmpunkt 130 zurück verzweigt und ein neuer Messwert für den Luftmassenstrom und/oder den Saugrohrdruck bei einem neuen Drosselklappenwinkel aufgenommen. Bei Programmpunkt 140 prüft die Steuerung 35, ob sämtliche Messwerte für den Luftmassenstrom und/oder den Saugrohrdruck im für das

Minimum des Luftmassenstroms vermuteten Bereich des Drosselklappenwinkels aufgenommen wurden. Ist dies der Fall, so wird zu Programmpunkt 120 verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 145 verzweigt. Bei Programmpunkt 145 wird der zuletzt erfasste Messwert für den Luftmassenstrom und/oder den Saugrohrdruck als repräsentativ für den minimalen Luftmassenstrom gewertet und der zugehörige Drosselklappenwinkel als extremale Stellposition der Drosselklappe 1 interpretiert. Anschließend wird das Programm verlassen.

Bei Programmpunkt 120 ermittelt die Steuerung 35 aus der Messkurve für den Luftmassenstrom und/oder den Saugrohrdruck den Minimalwert und interpretiert den zugehörigen Drosselklappenwinkel als extremale Stellposition der Drosselklappe 1. Anschließend wird das Programm verlassen. Das Programm kann dabei beliebig häufig während des Betriebs der Brennkraftmaschine 10 erneut gestartet und durchlaufen werden.

Der Schubetrieb und der Leerlaufbetrieb stellen jeweils einen vom Drosselklappenwinkel weitgehend unabhängigen Betriebszustand der Brennkraftmaschine 10 dar. Im Falle des Schubetriebes deshalb, weil eine Luftzufuhr zur Brennkraftmaschine 10 nicht erforderlich und daher die Stellung der Drosselklappe 1 beliebig sein kann. Im Falle des Leerlaufbetriebs deshalb, weil ein Absinken der Leerlaufdrehzahl der Brennkraftmaschine 10 durch Zufahren der Drosselklappe 1 ohne Auswirkung auf den Leerlaufbetrieb ist, sofern der vorgegebene Wert für die Drehzahl der Brennkraftmaschine 10 nicht unterschritten wird. Wenn im Leerlaufbetrieb der Messvorgang abgebrochen wird, weil der vorgegebene Wert für die Drehzahl unterschritten wird, so ist der zuletzt erfasste Wert für den Luftmassenstrom und/oder den Saugrohrdruck in aller Regel der jeweils kleinste Wert der bis dahin aufgenommenen jeweiligen Messkurve und repräsentiert die minimale Leckluftmenge, die erforderlich ist, um den vorgegebenen Wert für die Drehzahl nicht zu unterschreiten.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann für jede Art von Stellglied eingesetzt werden, dessen extremale Stellposition nicht an einem der vorhandenen mechanischen Anschlägen liegt und bei dem eine unabhängige Messung der Stellgröße durch einen Sensor möglich ist, der vom Sensor zur Ermittlung der Stellposition des Stellgliedes verschieden ist.



03.07.02 St/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

10



1. Verfahren zum Ermitteln einer anschlagsfreien extremalen Stellposition eines Stellgliedes (1; 5) einer Brennkraftmaschine (10), bei der eine einzustellende Stellgröße einen Extremwert aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem von der Stellposition weitgehend unabhängigen Betriebszustand der Brennkraftmaschine (10) für verschiedene Stellpositionen in einem Bereich, in dem für die Stellgröße der Extremwert vermutet wird, mittels eines Sensors (15; 20) jeweils die Stellgröße gemessen wird und diejenige Stellposition als extremale Stellposition ermittelt wird, bei der die gemessene Stellgröße einen Extremwert aufweist.

15

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Stellglied eine Drosselklappe (1) oder ein Abgasrückführventil (5) verwendet wird.

25

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Betriebszustand ein Schubbetrieb ausgewählt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Betriebszustand ein Leerlaufbetrieb ausgewählt wird.

30

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Messvorgang abgebrochen wird, wenn die Leerlaufdrehzahl einen vorgegebenen Wert unterschreitet und dass der zuletzt ermittelte Messwert für die Stellgröße als Extremwert interpretiert wird.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abgasrückführventil (5) geöffnet wird, wenn ein Saugrohrdruck der Brennkraftmaschine (10) während des Messvorgangs einen vorgegebenen Wert, insbesondere für eine vorgegebene Zeit, unterschreitet.

5

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Stellgröße eine Luftmenge oder ein Druck, insbesondere im Saugrohr (25) der Brennkraftmaschine (10), verwendet wird.

10

8. Vorrichtung (30) zum Ermitteln einer anslagsfreien extremalen Stellposition eines Stellgliedes (1; 5) einer Brennkraftmaschine (10), bei der eine einzustellende Stellgröße einen Extremwert aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sensor (15; 20) vorgesehen ist, der in einem von der Stellposition weitgehend unabhängigen Betriebszustand der Brennkraftmaschine (10) für verschiedene Stellpositionen in einem Bereich, in dem für die Stellgröße der Extremwert vermutet wird, jeweils die Stellgröße misst und dass Mittel (35) zur Ermittlung derjenigen Stellposition als extremale Stellposition vorgesehen sind, bei der die gemessene Stellgröße einen Extremwert aufweist.

15



03.07.02 St/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zum Ermitteln einer anschlagsfreien extremalen Stellposition eines Stellgliedes einer Brennkraftmaschine



Zusammenfassung

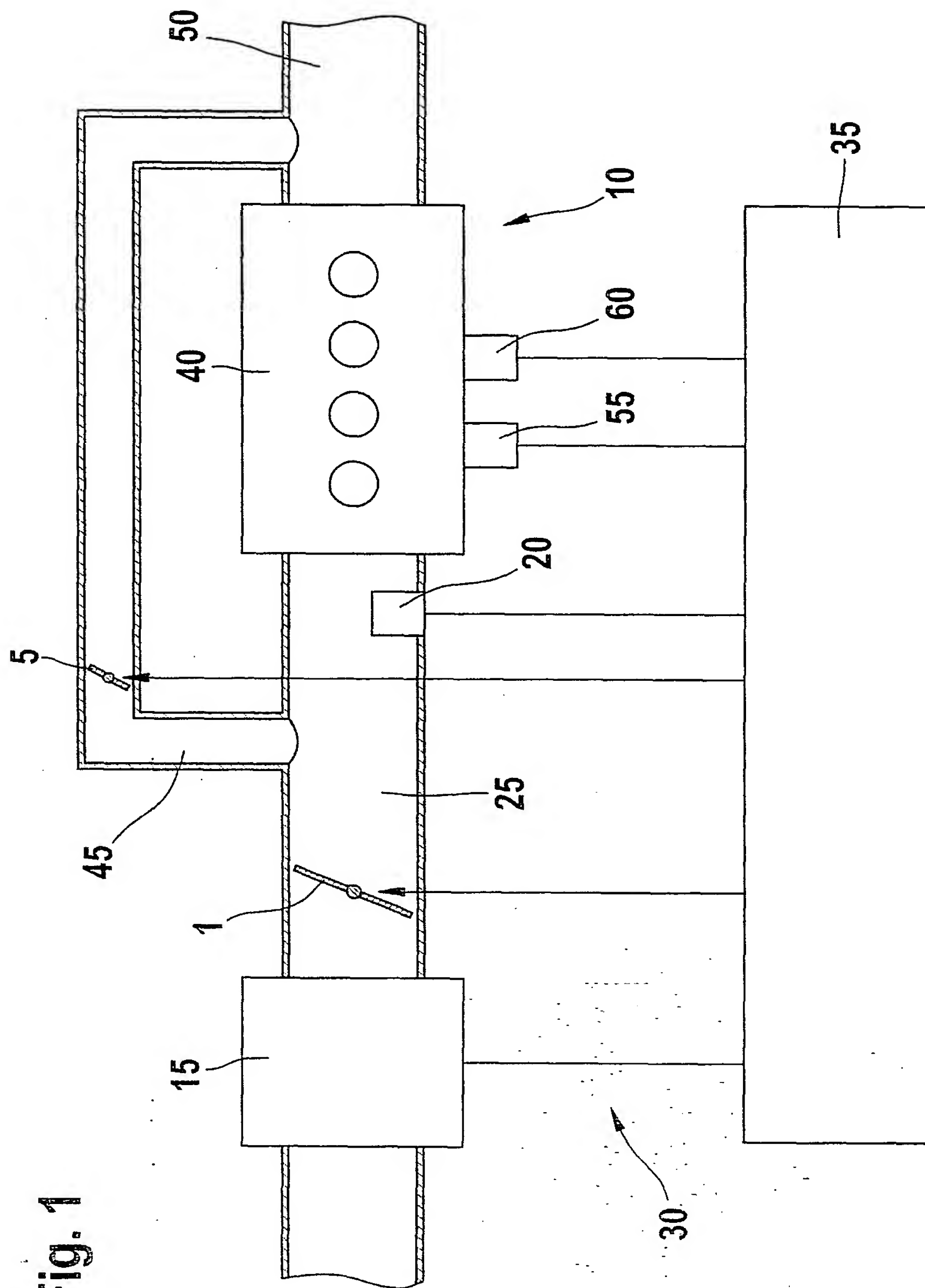
15

Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung einer anschlagsfreien extremalen Stellposition eines Stellgliedes (1; 5) einer Brennkraftmaschine (10) vorgeschlagen, die eine Erhöhung der Toleranzen in der Position des Stellgliedes und eine Reduzierung der Anforderungen an die Mechanik des Stellgliedes und die Rücklesegenauigkeit für die Stellposition ermöglichen. Bei der extremalen Stellposition des Stellgliedes (1; 5) weist eine einzustellende Stellgröße einen Extremwert auf. In einem von der Stellposition weitgehend unabhängigen Betriebszustand der Brennkraftmaschine (10) wird für verschiedene Stellpositionen in einem Bereich, in dem für die Stellgröße der Extremwert vermutet wird, mittels eines Sensors (15; 20) jeweils die Stellgröße gemessen und diejenige Stellposition als extremale Stellposition ermittelt, bei der die gemessene Stellgröße einen Extremwert aufweist.

20



2



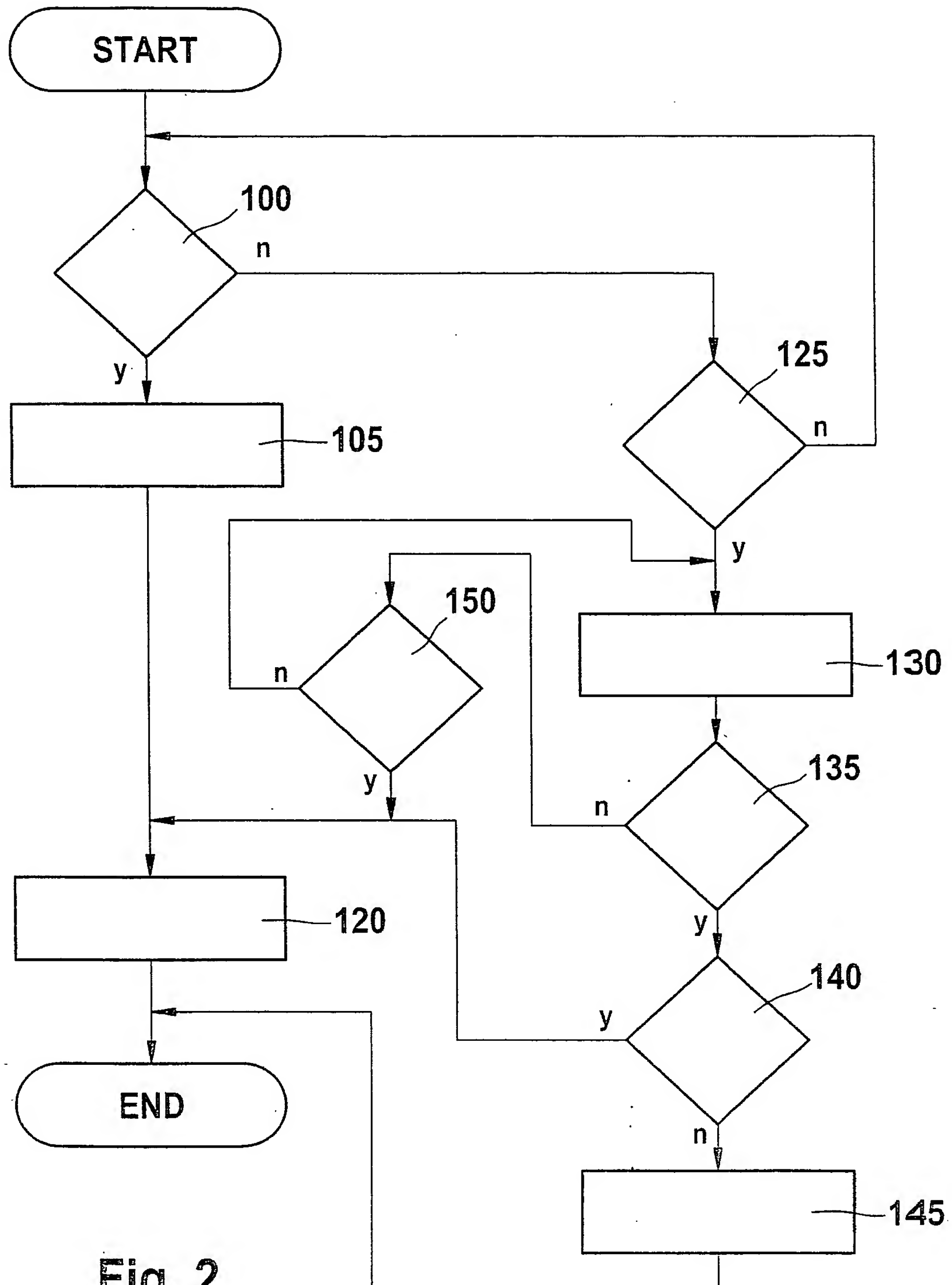


Fig. 2

Fig. 3

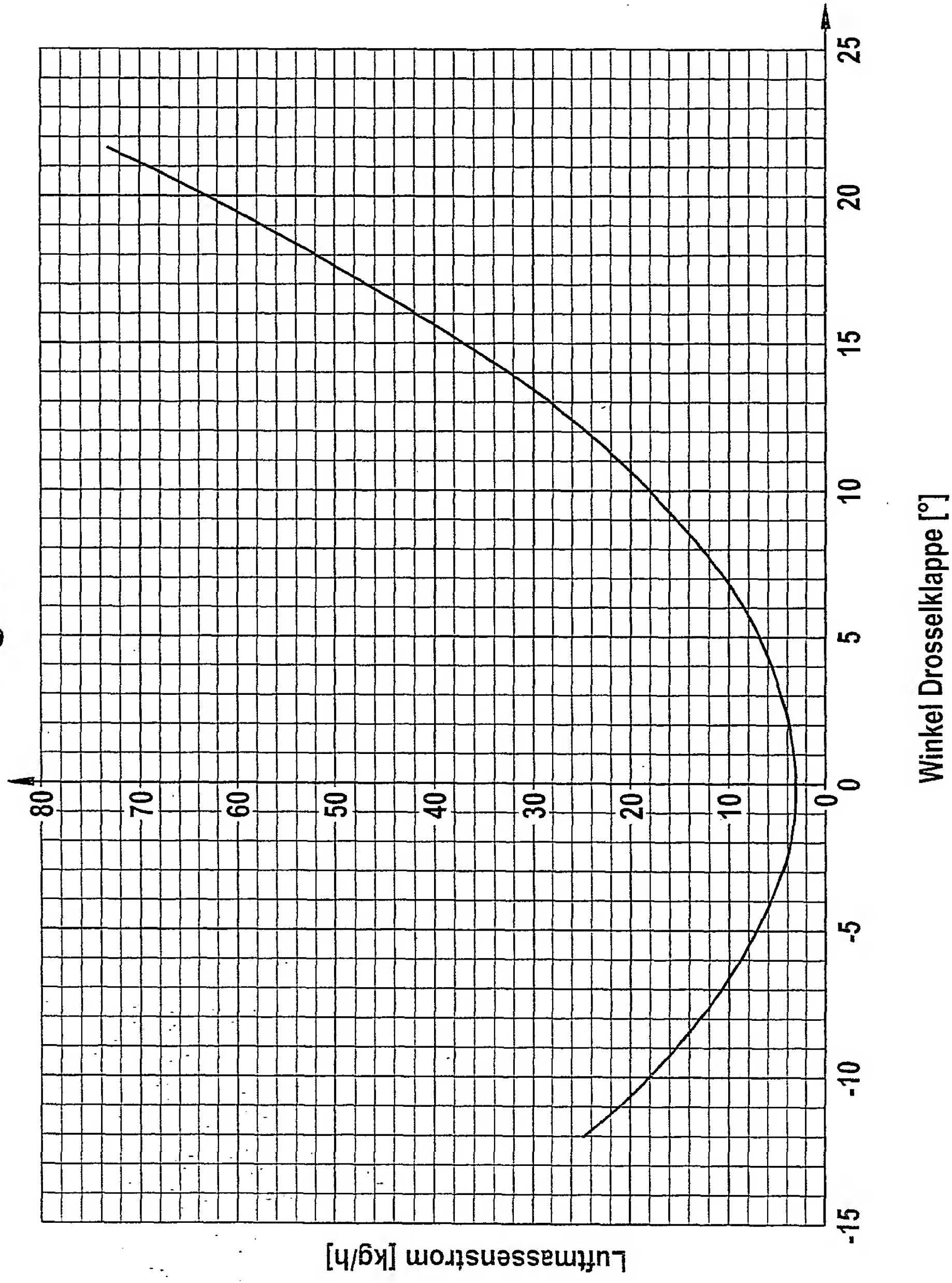


Fig. 4a

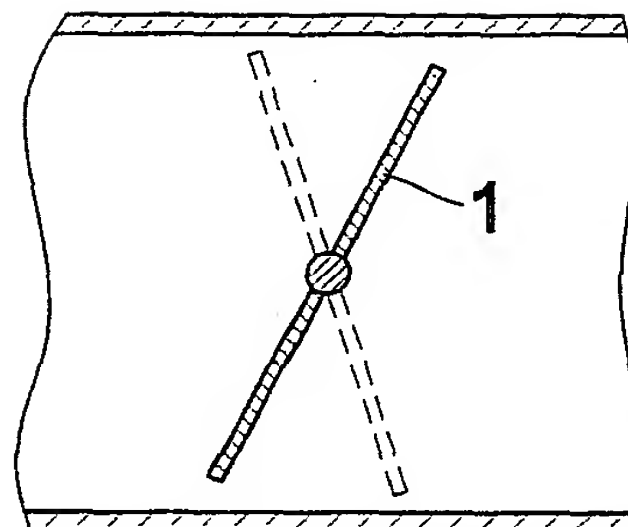


Fig. 4b

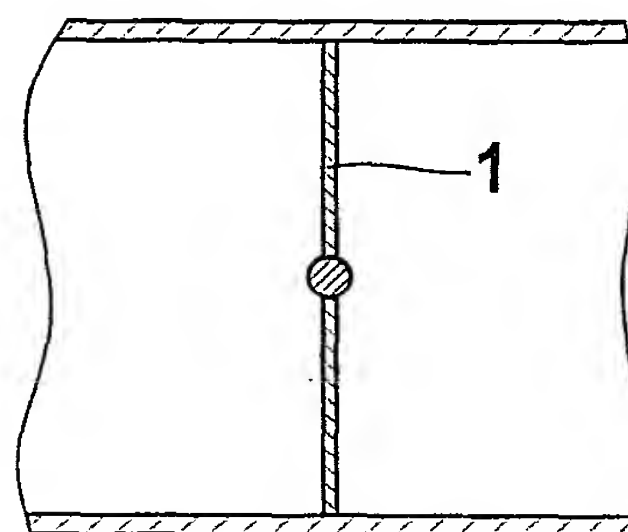


Fig. 4c

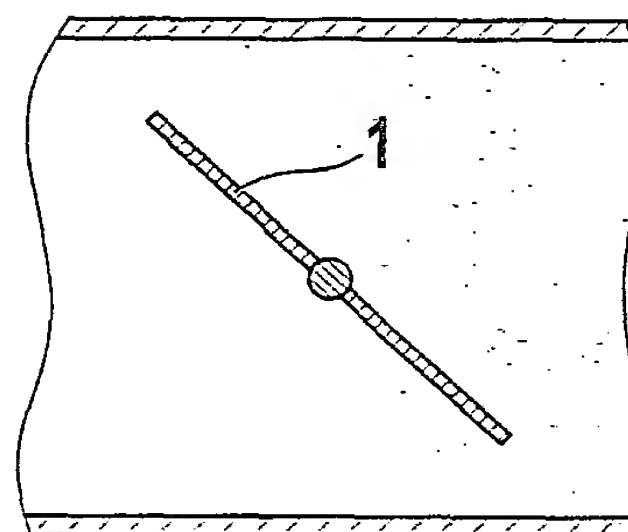


Fig. 5a

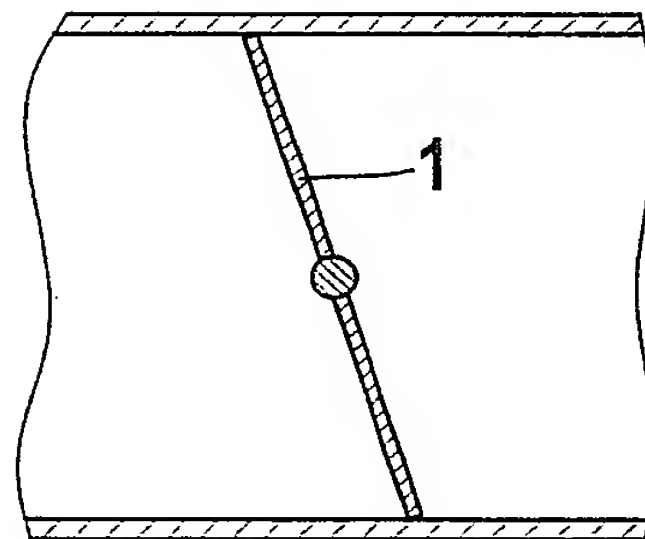


Fig. 5b

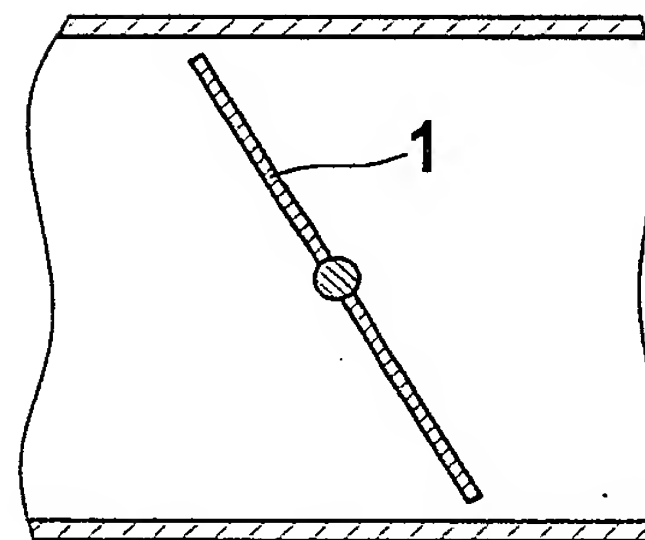


Fig. 5c

